

IV-45

戦前期鉄道アーチ橋梁建設工事の計画と技術展開*

北海道教育大学旭川校 正会員 今 尚之
 北海道大学大学院 学生会員 原口征人
 北海道大学大学院 フェロー 佐藤馨一

1. はじめに

近代土木遺産に対する関心がより多方面から寄せられるようになってきた現在、その評価においては、建設経緯や諸元データを明らかにすると同時に、計画者や設計者の系譜や技術水準を多方面から明らかにする必要がより強くなってきた。

一方、従来の土木史研究分野では、普遍的なものとして開発される近代技術が地域に定着する過程については余り関心がもたれずにきた。特に構造物の建設に欠かせない実務レベルにおける技術移転過程も含めた評価はなされず、このため諸元や意匠など表面的な評価に終始することが多く、必ずしも公平な評価がなされているとは言い難い。

本研究は、近代土木遺産の技術的背景と系譜評価の事例として、旧国鉄土幌線（建設線名音更線：以下音更線）において、第二次世界大戦前に建設されたコンクリートアーチ橋梁を対象に、技術の導入とその展開過程の整理を試みるものである。

2. 近代土木遺産評価としての技術展開評価

(1) 近代土木遺産の評価¹⁾²⁾

近代土木遺産の評価では、事業の結果としての構造物に対する技術的な評価と、構造物そのものの保存・活用の評価を分離し、それぞれ個別段階的に実施することが必要である。さらに、技術的な評価として、①計画などソフトウェア、②諸元などハードウェア、③技術水準などの周辺環境評価が必要である。この中で計画などソフトウェアに関する評価項目は、系譜を明らかにするものとして重要な評価項目である。また、今回実施する土木技術の展開評価は、技術水準などの周辺環境を明らかにするものである。

(2) 技術展開に関する評価要素

(a) 評価の構成要素

図1は、近代土木遺産に対する技術の展開評価を

模式的に整理したものである。技術の展開評価では、①新技術の投下、施工において用いられた技術の位置などの技術的環境と、②計画者、設計者（集団）および建設業者の技術的経験など人的環境の二面から評価を実施する必要がある。

(b) 技術的環境の評価

技術的環境の評価は、新技術の導入の有無や導入された技術のその後の展開を明らかにするものである。また、技術の移転プロセスについても十分な配慮が必要である。一般に技術の評価というと新技術に関心が集まりがちで、例えば日本で一番最初に用いられたなどというギネスブックの評価に終始し、それで評価を終わらせることが多い。しかしながら、地域の特性にあわせ新技術が開発、導入されたプロセスを明確にすることは、地域産業や産業を支える技術の開発に身近な情報を与えるものであり、欠くことのできない評価項目である。

(c) 人的環境の評価

技術の導入、展開の評価では計画や設計に携わった技術者（集団）の系譜を知ることが必要である。さらに、実際の現場において施工に携わった業者の特定や技術レベルについて調査も必要である。従来は技術者の系譜を明らかにするのみで、建設請負業者の技術的経歴についてはほとんど関心が払われず、地域との関わりなどに対する考察が十分行われなかった。技術の導入、展開過程の評価のためには工事に従事した建設業者の技術経歴についても明らかにする必要がある。

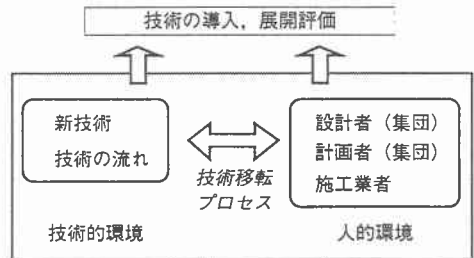


図1 技術展開評価の構成要素

* A Genealogy of Planning and Technical Development of Concrete Arch Bridge before W.W.II in Hokkaido
 By KON Naoyuki, HARAGUCHI Masato, SATOH Keiichi

3. 音更線コンクリートアーチ橋梁の建設計画と技術展開

(1) 音更線コンクリートアーチ橋の概要³⁾

(a) 音更線(上士幌-十勝三股間)の建設

音更線(建設線名, 開通後は士幌線)上士幌-十勝三股間は, 1926(大正15)年に開通した上士幌線の終端上士幌駅より北進し, 十勝三股に至る延長37.9kmの路線で, 改正鉄道敷設法別表141に該当する「十勝国上士幌ヨリ石狩国「ルベシベ」ニ至ル鉄道」の一部である。この線は沿線の森林資源, 鉱物資源の開発, 搬出を主目的として1934(昭和9)年より工事が開始され, 1938年に開通した。開通後は既存の帯広-上士幌間と合わせて, 帯広-十勝三股間が士幌線と呼ばれた。

この線は最急勾配が1,000分の25, 最少曲線半径が200mの山岳路線であり, 第二工区の清水谷-糠平間, 第三工区の糠平-幌加, 第四工区の幌加-十勝三股間は, 音更川の渓谷による急峻な地形に沿うため数多くの架橋が必要とされた。

(b) 音更線におけるアーチ橋梁の諸元

音更線におけるコンクリートアーチ橋梁の所在とその諸元を表1に示した。第二工区であった清水谷-糠平間には第一から第四までの音更川橋梁と第一および第二の音更川陸橋の計6橋が架設された。さらに, 第三工区, 第四工区の糠平-十勝三股間では, タウシュベツ川, 第五, 第六音更川橋梁と十三の沢, 十四の沢の両橋梁が架設された。なおアーチ径間は大部分が10mであり, 第三音更川橋梁の河川横断部が32m, 第五, 第六音更川橋梁の河川横断部が23mである。また, 第一音更川橋梁および第二音更川橋梁, 第四音更川橋梁では, 河川横断部分において鉸桁が使用された。

(2) コンクリートアーチ橋梁採用の理由⁴⁾⁵⁾

音更線において, コンクリートアーチ橋梁が採用された大きな理由は, ①建設コストを低減し, 今後建設が見込まれる地方閑散線区での建設事例とすること, ②周辺景観との調和の二点であることが, 当時の工事記録などに記されている。

音更線の工事では工事終了後「音更線混凝土拱橋工事概要」が作られている。この概要は本文60ページ, 写真64枚, 諸表11, 図表17枚からなるもので, 本文には詳細な計算結果⁶⁾が記載されており, 以後の建設において十分参考となりうるよう配慮がなされたものとなっている。

さらに同書では, 橋梁の製作会社に近い都会にお



写真1 第三音更川橋梁 (1996年9月撮影)



写真2 タウシュベツ川橋梁 (1996年5月撮影)

表1 音更線コンクリートアーチ橋諸元表

橋梁名	キロ程	全長(m)	連数他
第一音更川橋梁 (撤去)	50km415m96	73.5	10m x 1R + 36.4m x 1G + 10m x 2R
第二音更川橋梁 (撤去)	52km028m96	72.95	36.4m x 1G + 10m x 3R
第三音更川橋梁	53km813m74	71	10m x 2R + 32m x 1R + 10m x 1R
第一音更川陸橋 (撤去)	55km050m*	39.8	10m x 3R
第二音更川陸橋	56km150m*	62.88	10m x 5R
第四音更川橋梁	56km413m*	91.24	10m x 2R + 36.4m x 1G + 10m x 2R
タウシュベツ川 橋梁***	約63km	約130	10m x 11R
第五音更川橋梁	71km892m08**	109	10m x 6R + 23m x 1R + 10m x 1R
第六音更川橋梁	73km292m08**	96	10m x 6R + 23m x 1R
十三の沢橋梁	76km065m99**	58	10m x 5R
十四の沢橋梁 (撤去)	77km730m99**	50	10m x 5R

* キロ程はすべて帯広起点である。

** 音更線混凝土拱橋工事概要の平面図による。

*** ダム建設による線路付替後のキロ程である。

位置および橋長は, 音更線建設要覧の平面図による。

いて鉄桁を用い、砂利、砂などを得られやすい地方部においてコンクリートアーチ橋をつくるべきであるが、現在はその逆になっていると指摘し、「北海道ニ於ケル建設線路ニ於テハ東京又ハ阪神地方ニテ製作セラル、鉄桁ニ噸當約25圓ノ運送費ヲ支拂ヒ山間ノ溪谷ニ架設シ居ル状態ニテ基礎地質其他ノ状況ニヨリ一概ニハ鋼桁架設ヲ不経済トノミハ云ヒ難キモ少ナクトモ本工區ノ如キニ於テハ不得策ト認メラル、ニヨリ現地ニ産スル材料ヲ利用シ混凝土拱橋ヲ施工スルコト、セリ」と説明をし、工事概要の別表で第三音更川橋梁における鉄桁とコンクリートアーチの両者の費用比較を行い、32m径間のコンクリートアーチ橋によるほうが2,186,080円の減となることを算出するなど、コンクリートアーチ橋を採用した理由が経済性にあることを明確に述べている。

また「音更線建設要覽」には「此ノ辺一帯ハ仙翠溪ト呼バレ、本線中眺望最モ良イ区間デ、(略)大谿谷美ノ間ニコンクリート大アーチ橋ヲ所々ニ配シ、天然美ト人工美トノ快調ヲ計ツタコトハ錦上更ニ添エタルモノト謂フコトガ出来ル。」とアーチ橋の建設が周辺景観との調和を目指したことが書かれている。さらに「音更線混凝土拱橋工事概要」においても「尚ホ沿線一帯ハ大雪山国立公園ニ属シ(略)音更川ノ清流ト相俟ツテ真ニ国立公園ノ名ニ背カザル絶勝ノ地ナリ」と周辺の景観に対する認識が記載されており、当時の技術者が計画、設計段階において経済性のみならず、景観も十分考慮していたことが理解される。

(3) 音更線コンクリートアーチ橋梁建設の技術

(a) コンクリートアーチ橋梁の導入⁷⁾

① 日本における鉄道コンクリートアーチ橋梁の変遷

日本で最初に建設された鉄筋コンクリートアーチ橋梁は1904(明治37)年の山陰本線米子-安木間の島田川暗きよ(1.83m)であった。これ以後煉瓦等で構築されていたアーチ型の暗きよなど小規模なものは、順次鉄筋コンクリートで建設されるようになった。さらに1916年頃には日豊線神原-重岡間に径間9.1mの無筋コンクリートアーチ橋梁が建設された。1918(大正7)年には東北線東京

-神田間に径間38.1mのメラン式コンクリートアーチ橋が、翌1919年には東京-お茶の水間の高架橋において径間10mの連続コンクリートアーチ橋梁が建設されるに至った。その後、昭和になってから全国各地でコンクリートアーチ橋梁が建設され、1935(昭和10)年以降、橋梁長が100mを越えるものも建設されるようになった。

表2は日本におけるコンクリートアーチ橋梁の変遷年表である。大規模なコンクリートアーチ橋梁は大正時代に東京で建設され、その後地方線で建設されたことがわかる。

また、表3は1935~1941年にかけて建設された橋梁長100m以上のコンクリートアーチ橋梁である。1935(昭和10)年以降地方閑散線の建設で大規模なコンクリートアーチ橋梁の建設が進められたことがわかる。この他只見線第四平石川橋梁(最大径間40.0m:1937年)、窪川線新開橋梁、船平橋梁(いずれも最大径間40.0m:1938年)、川口線大谷川(最大径間45.0m:1939年)等が建設された。

表2 日本におけるコンクリートアーチ橋梁の変遷

年	事項
1904(明治37)	山陰線米子-安木間島田川暗きよ(RC1.8m)
1907(明治40)	宇野線八浜-宇野間無筋アーチ橋(6.0m)
1911(明治44)	房総線、三心円アーチ型暗きよ建設
1916(大正5)	日豊線神原-重岡間無筋アーチ橋(9.1m)
1918(大正7)	東北線東京-神田間外濠コンクリートアーチ橋(メラン式38m)
1919(大正8)	東京-万世橋間高架橋(RC連続アーチ+スラブ式ラーメン)
1925(大正14)	東北線神田-秋葉原間神田川橋梁(RCアーチ32.9m)
1934(昭和9)	今坂東線(メラン式34m)
1936(昭和11)	音更線第三音更川橋梁(RCアーチ32m)
1937(昭和12)	日ノ影線網ノ瀬橋梁(RCアーチ45m)

表3 1935~1941年に建設された橋梁長100m以上のコンクリートアーチ橋

線名	名称	延長m	支間	着手	竣工
日ノ影線	網ノ瀬	417.8	7.0mx42R+45m	1935.06	1937.06
窪川線	第二領地	107.2	25mx3R+23.2m+6m	1935.11	1938.02
日ノ影線	第一小崎	112.5	6.6m+8.8mx12R	1936.11	1938.01
音更線	第五音更川	109.0	10mx7R+23m	1936.12	1938.09
宮原線	菅迫	136.4	10mx11R	1937.02	1938.09
宮原線	幸野川	115.0	20mx4R+10mx2R	1938.01	1940.01
釜石線	宮守川	110.0	20mx5R	1938.06	1941.12
根北線	第一幾品川	147.0	12mx10R	1938.12	1941.03
根北線	幾品川陸橋	132.0	12mx9R	1938.12	-
大畑線	二枚橋	101.5	12mx7R	1939.02	-
大畑線	風間浦	109.0	5mx6R+8mx7R	1940.09	-

鉄道省鉄道統計資料第二編、昭和元~昭和16年の各年度より作成

② 第三音更川橋梁と綱ノ瀬橋梁

鉄道技術発達史では鉄筋コンクリートによる大径間アーチ橋梁のはじまりは第三音更川橋梁と指摘している。しかし、日ノ影線綱ノ瀬橋梁は規模が大きいため1935（昭和10）年に着工され2年の工事期間を経て1937年に竣工している。第三音更川橋梁の建設は1936年7月～11月までの短期間で終わったため、第三音更川橋梁が先に竣工することとなった。

また、綱ノ瀬橋梁では大規模な足場架設を避け、ケーブルエレクションによる斬新な施工法が採用された¹⁰⁾。他方、第三音更川橋梁では、木材を大量に使用する従来の足場組による手堅い施工がなされている。二つの橋梁は径間長が長大化するなかで新工法への移行を示す事例¹¹⁾といえよう。

③ 北海道における鉄道コンクリートアーチ橋梁の変遷

北海道において鉄筋コンクリートが鉄道工事に用いられたのは、1918（大正7）年名寄本線工事での函渠工事が始まりとされている。その後1918～20年にかけて建設された根室本線厚岸～根室間において別当賀川橋梁（RC 2連11m）などのコンクリートアーチ橋梁が建設されたほか、1920年から建設されたルベシベ線（現在の石北本線新旭川～上川間）などでも小規模なものが建設された。しかし、径間が10mを越える橋梁は音更線（士幌線）の建設工事まで行われなかった。

音更線の建設工事以降、根北線、戸井線において橋梁延長が100m以上、径間が10m以上の大規模なものが建設されるに至った。しかし太平洋戦争の激化により路線自体が未成線で終わり供用されることはなかった。

(b) コンクリートアーチ橋普及の技術的背景

鉄道におけるコンクリート構造物に関しては、1909（明治42）年に大河戸宗治により鉄筋コンクリート設計施工の示方書案が作られた。その後、1914（大正3）年には鉄筋コンクリート橋梁設計心得（達684号）が制定され、1916年にコンクリート拱橋標準（達第1007号）として径間6～20フィートの楕円形のものが、1917年には達第1007号と同じ径間の半円形の拱橋標準（達486号）が公布された。大正期に北海道で建設されたコンクリートアーチ橋梁はこれらの標準によるものである。

また、大正中期から末期にかけての東京駅周辺の高架線建設と外濠や神田川への架橋の経験によって、コンクリートアーチ橋梁の施工は新技術から安定し

た技術へと移行したものと考えられる。

さらに、1931（昭和6）年には土木学会により「鉄筋コンクリート標準示方書」が作成されるなど、コンクリート構造物建設の標準化が進んだ結果、音更線など地方線区においてコンクリートアーチ橋梁が多数架橋されるに至ったものと考えられる。

(3) 音更線コンクリートアーチ橋梁建設における人的環境

(a) 計画、設計の組織と技術者

① 北海道における鉄道建設組織と音更線建設

1880（明治13）年の幌内鉄道建設以後、明治期における北海道の鉄道は、開拓使、工部省、北海道炭鉱鉄道、北海道鉄道部¹²⁾、北海道鉄道会社など複数の組織によって建設された。

鉄道国有法公布後、1908年12月には内閣直属の鉄道院官制が公布され鉄道院が設置された。北海道では帝国鉄道庁から引き続き残置された北海道建設事務所が、本院（省）の直轄機関として北海道内の鉄道建設を行うこととなり、事務所は旭川に置かれた。これは道北、道東の開発において鉄道建設が重要視されていたことを示す一例といえよう。

1920（大正9）年5月には鉄道院は鉄道省に格上げされたが、北海道建設事務所の組織上の変更はく、1939（昭和14）年に本省の組織変更ともない北海道建設事務所は分割され、旭川、札幌の両工事事務所となった。音更線の工事は北海道建設事務所分割直前の工事に該当する。

② 音更線建設の計画、設計技術者¹³⁾

音更線建設に携わった北海道建設事務所の技術者を表4に示す。1934

年5月の着工から1938年9月の竣工までに、延べ7人の所長と延べ5人の担任技師、3人の現場主任が配属され工事が進められた。

コンクリートアーチ橋梁は第二～第四工区で建設され、特に第二工区にて第一～第四音更川橋梁と第一、第二音更川陸橋が建設された。

表4 音更線工事関係技術者

役職・担当	氏名
所長	片桐嘉靖
◇	安倍 強
◇	堀越清六
◇	片桐嘉靖
◇	菊池 清
◇	宮本 保
◇	河西定雄
担任技師	吉野徳一郎
◇	児玉孝蔵
◇	高橋卓郎
◇	白木左都夫
◇	吉野徳一郎
現場主任・第一工区	技手 栗本源吾
現場主任・第二工区	技手 辻口浅吉
現場主任・第三工区	技手 全 人
現場主任・第四工区	技手 尾崎頭一
軌道工事	辻口浅吉
全	石井喜信

第二工区の現場主任の辻口は、札幌出身で1927（昭和2）年北海道帝国大学附属土木専門部を卒業し鉄道省に入省、北海道建設事務所勤務となり、1941（昭和16）年に鉄道技師、1952年国鉄札幌工事事務所土木課長、1958年に札幌工事局次長を歴任している14）。

（b）音更線工事の建設業者と技術展開^{15）16）}

音更線全工区の請負業者は合資会社栗原組である。またコンクリートアーチ橋梁の建設は栗原組の下で飯塚栄三郎（丹野組）が請負った^{17）18）19）}。

① 合資会社栗原組

栗原組は栗原源蔵により創設され、東日本から北日本の鉄道を請負った業者であった。栗原が北海道の鉄道工事を請負ったのは1917（大正6）年の天塩線建設工事からである。当時、第一次世界大戦の影響で物価や労賃が高騰し、第1回の入札は不調となり、北海道内の指名業者で再入札に応じるものが無く、北海道建設事務所長がほとんど特命の形で発注したという。栗原はとび職出身で、1905（明治38）年の東海道線六郷川橋梁工事で成績を上げていたことが評価され発注に至った。栗原はこれ以降、音更線、羽幌線などを請負っている。

② 飯塚栄三郎（丹野組）

i) 飯塚栄三郎の技術経歴^{20）}

飯塚栄三郎は小樽中学在学後、養父が営む建設業の跡取となり、宗谷線建設（後の天北線、勝呂組下請）、天塩線（現宗谷本線）、羽幌線、音更線、根北線（以上栗原組下請）など道北の鉄道建設工事に携わってきた。

天塩線の建設工事では栗原源蔵の下請に飛鳥組が入り、飯塚はその配下として工事に従事したという。天塩線の工事は、天塩川に沿った急峻な崖に線路を敷設する難工事で、牛柵等の水制工事を欠かすことができず、それらについての高い技術は飛鳥しか持っていなかったという。また、コンクリート護岸が建設されるなど、本州での鉄道工事の最先端技術の導入が多くなされた現場であり、多くを学んだと語っている^{21）}。

飯塚は創意工夫に長けた人で好奇心おう盛、特に新しい機械などには極めて高い関心を示す人物であった^{22）}。現在丹野組には数多くの工事現場写真が残されており、その一端を知ることができる。

また、天塩線建設工事以降、栗原源蔵の配下として工事を請負い続けていることから、飯塚が現場経験を通して高い技術を培ったと思われる。音更線

のアーチ橋梁工事の成功以降、アーチ橋の丹野組といわれたという。

ii) 丹野式混凝土巻上機他の開発

飯塚は音更線の建設工事でいくつかの施工装置を考案し、実用に供している。その一つに丹野式混凝土巻上機（写真3、図2）がある。これは川原でねられたコンクリートなどを高さのある橋上に運ぶ装置で、アングルを付けた箱を油を塗った軌条上を滑らせながら巻上げ、所定位置に到達したときに箱蓋の掛け金が外れ、中のコンクリートなどが流下するものである。この装置の効果は大きく、工事概要に写真、図面の掲載と利用説明がなされている。またこの巻上機は他の現場でも使用されたという。

さらに、現場の資材を組み合わせた砂利洗浄用の機械も作成しており、工事概要で紹介されている。

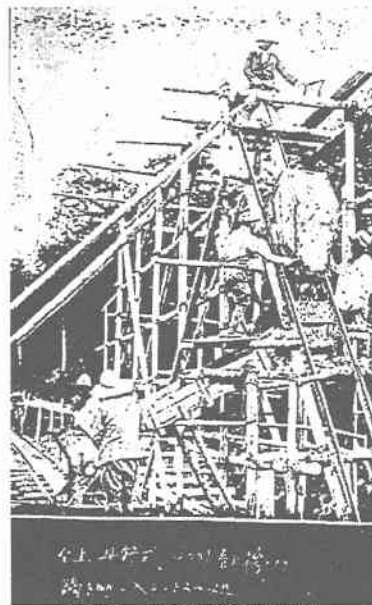


写真3 丹野式混凝土巻上機

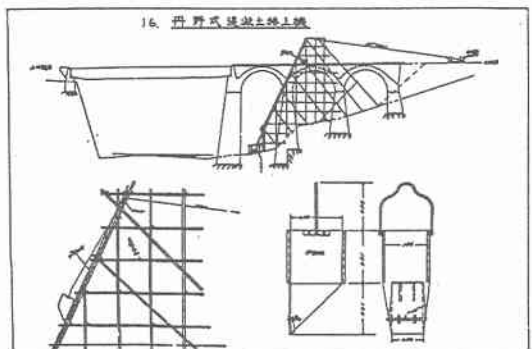


図2 丹野式混凝土巻上機

4. まとめ

音更線の建設工事では北海道で初めての大規模なコンクリートアーチ橋梁が建設された。これは地方部では全国に先駆けた建設事例でもある。この背景として、

- ① 明治末から大正中中期にかけてコンクリート構造物の施工技術が蓄積され、さらに昭和初期にかけて示方書が整備されるなど、技術の標準化が進んだこと。
- ② 実際に施工を請負う業者も各種の鉄道工事を経験し、技術力を身に付けてきた。さらに現場における実用的な技術開発にも積極的に取り組む業者が存在したこと。

の二点の一致があったと指摘できる。

中央における鉄筋コンクリートアーチ橋梁の建設工事から10年以上の経過後に、地方で建設されるに至った時間的なタイムラグは、実務担当者や施工業者の技術力の向上という内的なタイムラグと、技術標準などの確立という外的なタイムラグが合成された結果といえよう。このようなタイムラグは技術の導入、展開では往々に見られるが、鉄道建設で景観にも配慮し、アーチ橋梁群を計画、設計、全国に先んじて完成させた北海道の鉄道建設技術は、昭和10年代には高い水準に到達していたといえよう。

<謝辞>

本研究では、丹野組社長飯塚達二氏、丹野組顧問千田克明氏、丹野組参与砂金義雄氏、上士幌町教育委員会社会教育課長竹中貢氏、上士幌町がし大雪博物館川辺百樹氏、須田修氏、北海道開発コンサルタント取締役進藤義郎氏、北見工業大学助教桜井宏氏他、大勢の方にお世話になりました。ここに記して謝辞と致します。

<参考文献他>

- 1) 今 尚之、中岡良司、佐藤肇一：戦前期鉄道用コンクリートアーチ橋の地域計画的評価、土木学会北海道支部論文報告集第52号(B), 1996
- 2) 今 尚之、中岡良司、佐藤肇一：シューパロ湖三弦トラス橋の計画・設計思想に関する研究、土木学会北海道支部論文報告集第53号, 1997年
- 3) 今 尚之、中岡良司、佐藤肇一：戦前期鉄道用コンクリートアーチ橋の地域計画的評価、土木学会北海道支部論文報告集第52号(B), 1996
- 4) 鉄道省北海道建設事務所：『音更線混凝土拱橋工事概要』, 1937年
- 5) 鉄道省旭川工事事務所：『音更線建設要覧』, 1939年
- 6) 工事概要によると10m径間のアーチでは置石アーチと考え無筋設計とし、計算および図式解法を用い、32m径間のアーチでは、コンクリート使用量

の軽減と強度増大のため鉄筋を用い、設計計算には弾性理論を用いたことが記載されている。

- 7) 日本国有鉄道：『鉄道技術発達史』, 1958年
- 8) 日本国有鉄道：日本国有鉄道百年誌第9巻, 1972年
- 9) この理由として、日中戦争による鉄材不足や鉄材の国家統制を指摘する文献が多い。なかには太平洋戦争末期の状況と混同している記述もある。当時の業界雑誌や学会誌では、ビル建設などでの鉄材不足を指摘するものや、第一世界大戦当時の鉄材不足引きあいに、鉄材の買い占めに対する警告を発しているものも多く見られる。また竹筋コンクリートの研究取り組みの紹介もされている。しかし、鉄道では10m以下の径間では以前から無筋アーチ橋梁の建設が行われている。また、1936(昭和11)年以降でも20m以上の径間では拱鉄筋が使用されていることが、鉄道省統計資料第二編からわかる。1935(昭和10)年以降全国的に展開された大規模なコンクリートアーチ橋建設の背景には、コンクリート利用技術の一般化が大きいと考えられ、戦争による鉄材不足を主要因とするのは短絡的である。
- 10) 日ノ影線網ノ瀬拱橋工事に就いて、土木学会誌第23巻第9号, pp.939-951
- 11) 大規模な足場建設を避けるため、網ノ瀬橋梁ではケーブルエレクトションが採用されたほか、第四平石川橋梁では分解可能な鋼製セントルが設計製作された。鉄道技術発達史によると、このセントルはその後の建設でしばしば用いられ、工期と工費の節約に役立ったという。一方、同時期に建設された第三音更川橋梁では大規模な足場が組まれている(音更線工事概要)。中央から距離的に離れており、資材の運搬が困難である一方、木材が安価に入手できる環境にあったことや、施工業者の慣れなどを判断して、従来の技術を手堅く利用したものと考えられる。このような事例は、技術移転の風土性を考察する材料ともいえよう。
- 12) 1896年：北海道庁臨時北海道鉄道敷設部, 1897年11月：北海道庁鉄道部, 1898年10月：北海道鉄道部
- 13) 鉄道省旭川工事事務所：『音更線建設要覧』, 1939年
- 14) 土木技術者紳士録刊行会：『1968 土木技術者紳士録』, p. 299, 国土開発研究所, 1968年
- 15) 日本鉄道建設業協会：『日本鉄道請負業史 大正・昭和(前期)篇』, 1978年
- 16) 鉄道省旭川工事事務所：『音更線建設要覧』, 1939年
- 17) 帯広市・音更町・士幌町・上士幌町：『北の鉄路一士幌線の六十三年一』, p.128, 1987年
- 18) 請負者飯塚栄三郎発栗原組栗原源蔵宛：工事請負契約書(音更線第三工区起点~27k4.00m付近), 1936年
- 19) 旭川建設業協会：『旭川建設業協会50年史』, p. 152, 1965年
- 20) 旭川建設業協会：『旭川建設業協会50年史』, p. 152, 1965年
- 21) 丹野組社長、飯塚達二氏による。
- 22) 丹野組参与砂金義雄氏による